

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑫ 公開特許公報(A) 平4-196601

⑬ Int. Cl.⁵H 01 P 3/08
11/00

識別記号

Z A A
Z A A F

庁内整理番号

7741-5 J
7741-5 J

⑭ 公開 平成4年(1992)7月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 酸化物超伝導マイクロ波受動素子およびその製造方法

⑯ 特 願 平2-321944

⑰ 出 願 平2(1990)11月26日

⑱ 発 明 者 永 井 靖 浩 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 鶴 浩 二 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 伊 藤 圭 一 郎 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

酸化物超伝導マイクロ波受動素子およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 酸化物超伝導膜による中心導体とグランドプレーンとから構成される酸化物超伝導マイクロ波受動素子において、前記中心導体とグランドプレーンとの間を非晶質フッ素樹脂膜で分離することを特徴とした酸化物超伝導マイクロ波受動素子。

(2) 一方の単結晶基板に酸化物超伝導膜による中心導体機能性パターンを形成し、他方の単結晶基板に酸化物超伝導膜によるグランドプレーンを形成し、これらの少なくとも一方の単結晶基板に溶剤に溶けたフッ素樹脂膜をスピンコートし、しかる後、両者の単結晶基板を機械的に重ね合わせて熱処理することにより、中心導体とグランドプレーンとの間を非晶質フッ素樹脂膜で分離することを特徴とした酸化物超伝導マイクロ波受動素子の

製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、酸化物超伝導膜の低い表面抵抗、低い分散を利用した酸化物超伝導マイクロ波受動素子およびその製造方法に関するものである。

[従来の技術]

従来、マイクロ波領域で使用されるフィルタ、リゾネータなどの受動部品は、無酸素銅や金などの表面抵抗の低い常伝導金属が利用されていた。第5図に無酸素銅、Y系超伝導膜、Nb薄膜における表面抵抗の周波数依存性を示す。マイクロ波部品で抵抗損失を決定する表面抵抗は、常伝導金属では周波数の1/2乗に比例し、超伝導膜では、周波数の2乗に比例して増大する。第5図に示すように超伝導膜は数百GHz以下の領域で銅より抵抗損失が少なく、低い周波数になるにつれ抵抗損失は一層低減できる。しかし、従来のNbなどのように極低温で超伝導を発現する材料は冷却などの問題で一部の特殊な分野のみに応用され

ていた。近年、Y系、Bi系、Ti系などの酸化物超伝導材料が発見され、これらの材料の薄膜化技術も大幅に進展しつつある。これにより、従来の常伝導金属よりはるかに抵抗損失が少なく、低い分散を利用したマイクロ波受動素子が期待できるとともにNbなどよりも冷却実装が容易になるという特長がある。このために酸化物超伝導膜を利用したマイクロ波部品の研究が精力的に進められている。

超伝導マイクロ波受動部品は、基本的に中心導体とグランドプレーンとから構成される。これらの基本的な構成を第6図に示す。同図(a)はマイクロストリップ型、同図(b)はコプレーナ型である。同図において、1は中心導体、2は誘電体基板、3はグランドプレーンである。

現在、同図(a)に示すようなマイクロストリップ型が最も多く用いられており、Q値を高くするには中心導体1の回りをグランドプレーン3で囲む必要がある。ただし、特性インピーダンスは中心導体1の幅、グランドプレーン3との距

離、誘電体基板2の誘電率でほぼ決定され、広範囲な自由度はない。一方、同図(b)に示すようなコプレーナ型は、中心導体1とグランドプレーン3とを同一面上に形成できることが大きな特徴であり、半導体などのプレーナ素子との接続が容易になるという便利さがある。また、中心導体1の幅、中心導体1とグランドプレーン3との隙間を変えることにより、任意の特性インピーダンスが容易に得られるという特長がある。

[発明が解決しようとする課題]

酸化物超伝導膜は、反応性に富むため、特定の単結晶基板あるいはバッファ層を必要とし、酸化物超伝導膜を積層することは現在のところ極めて困難である。そのため、マイクロ波部品をストリップ型で構成する場合、MgOなどの単結晶基板の表裏に中心導体1、グランドプレーン3を構成しなければならない。ここで、測定器とのインピーダンス整合(50Ω)をとる必要があり、マイクロストリップ型のインピーダンスは、中心導体1の幅、誘電体基板2の厚さ、誘電体基板2の

誘電率などで決定される。MgOなどの単結晶基板は鏡面磨き、パターン処理、熱処理に伴う反りを考慮すれば、基板厚みとして0.3mm以上が要求される。このとき、通常使用する基板の誘電率を考慮し(例えばMgOでは9程度)、50Ωのインピーダンスが得られる中心導体の線幅を計算すると、ほぼ数百μmとなる。インダクタや遅延線などの部品の場合、これらの線路を長く引き回す必要があり、したがってこのような中心導体幅では部品全体の寸法が大きくなってしまいう問題があり、酸化物超伝導膜で期待されるコンパクトな機能性パターンの実装が実現できないという問題があった。一方、コプレーナ型で部品を構成する場合、面内素子のため、積層の困難さや基板の厚みに影響されずにインピーダンスが調整できるため、より細い線路で済み、そのため、インダクタや遅延線といったマイクロ波部品においても、コンパクトなパターン実装が可能になるという特長を有する。しかし、コプレーナ型の設計は容易ではなく、細かい中心導体に平行している

グランドプレーンの電位が変動し易いため、エアブリッジといった特殊なグランドを付加する必要があるという問題があった。同時にマイクロ波の封じ込めが不十分のため、共振器などのような高Q部品には不向きであるという問題があった。

このように酸化物超伝導膜によるマイクロ波部品は、材料の低い損失、低い分散を活かし、しかもコンパクトにパターン実装でき、従来の超伝導材料より冷却の困難性が軽減できるという特長がある。このような酸化物超伝導マイクロ波部品を構成する中心導体とグランドプレーンとの配置構成に関しては、酸化物超伝導膜の作製上の制限からコプレーナ型が適しており、コンパクトな実装を可能にできる。その反面、設計やグランドの問題がある。一方、マイクロストリップ型は基板厚さなどの制約からコンパクト性を損なうという問題がある。そのため、酸化物超伝導膜の特長を活かしたまま部品化できる配置構成が強く望まれていた。

したがって本発明は、別の基板に作製した中心導体とグランドプレーンとを非晶質フッ素樹脂膜を介して重ね合わせるることにより、酸化物超伝導膜の低い損失、低い分散などの利点を活かした誘電損失の少ない高性能でコンパクトな酸化物超伝導マイクロ波部品を比較的容易に得られる酸化物超伝導マイクロ波受動素子およびその製造方法を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

このような課題を解決するために本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子は、酸化物超伝導膜による中心導体とグランドプレーンとから構成される酸化物超伝導マイクロ波受動素子において、この中心導体とグランドプレーンとの間を非晶質フッ素樹脂膜で分離するようにしたものである。

また、本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の製造方法は、一方の単結晶基板に酸化物超伝導膜による中心導体機能性パターンを形成し、他方の単結晶基板に酸化物超伝導膜によるグ

ランドプレーンを形成し、これらの少なくとも一方の単結晶基板に溶剤に溶けたフッ素樹脂膜をスピンコートし、しかる後、両者の単結晶基板機械的に重ね合わせて熱処理することにより、中心導体とグランドプレーンとの間を非晶質フッ素樹脂膜で分離するようにしたものである。

〔作用〕

本発明においては、誘電損失が少なく、均一で高精度な分離を可能にし、しかも狭い中心導体幅と薄いスペーシングのために高密度な機能性パターンの実装が可能となる。

〔実施例〕

以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の一実施例による構成を示す要部断面図である。同図において、4A、4Bは酸化物超伝導膜に塗したMgOなどの基板、5は中心導体、6はグランドプレーン、7はポリテトラフルオロエチレンなどの非晶質フッ素樹脂膜からなる分離

層である。中心導体5およびグランドプレーン6を構成する酸化物超伝導膜はMgOなどの基板4A、4Bを使用するために比較的容易に形成できる。また、分離層7は誘電損失の少ない材料でなければならない。白雲母、アルミナ、石英ガラスなどの $\tan\delta$ （誘電損失に対応し小さい方がよい）は 10×10^{-4} 以下であるため、基板材料として好ましいが、スパッタリングなどで中心導体5上に堆積させると、中心導体5の形状に当たって凹凸を発生させるため、誘電率の異なる空気層の混入、酸化物超伝導膜との反応および堆積が簡便でないなどの問題を生じた。その反面、レジストなどの高分子膜は簡便にスピンコートでき、中心導体5の上に塗布してもレジストの表面張力によって凹凸のない平滑面が得られ、空気層などの混入を避けることができた。しかし、一部の高分子膜を例外とし、一般に高分子材料は $\tan\delta$ が前述の無機材料系に比べ、2桁程度大きく、誘電損失が支配的になってしまった。一方、非晶質フッ素樹脂膜は、1.8~1.9の誘電率を持ち、ス

ピンコートにて容易に塗布でき、1~4 μm の範囲で精度良く、しかも均一に中心導体5とグランドプレーン6とを分離できた。また、通常のフッ素樹脂膜も十分に小さな誘電損失($\tan\delta$ は 2×10^{-4} 以下)を持つが、非晶質フッ素樹脂膜はより一層小さな誘電損失を示した。さらに非晶質フッ素樹脂膜は、通常のフッ素樹脂膜と同じく耐薬品性、耐候性に優れるため、劣化し易い酸化物超伝導膜の保護膜としても機能した。この分離層7は薄いため、50 Ω の特性インピーダンスを得るには中心導体幅は数~数十 μm となり、機能性中心導体パターンを狭い領域に高密度で実装することが可能となった。

第2図は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子を応用した基本的なマイクロ波部品の構成例であり、第1図の上方向から機能性パターンを見た図である。同図(a)は超伝導遅延線、メアンディングクタの構成、同図(b)は超伝導共振器の構成、同図(c)は近接導体のカップリングを利用したチャープフィルタの構成である。こ

これらの図において、4Aは中心導体5の基板、5は中心導体、8A、8Bは中心導体5が切れた共振ギャップである。

このような構成においては、中心導体5の線幅を狭くできるため、中心導体パターンを狭い領域に高密度で実装でき、そのため、遅延線では時間を大きく、インダクタでは大きなインダクタンスが得られ、共振器では低い周波数からの共振ピークが得られ、フィルタではシャープなカットオフを実現した。同時にこれらの優れた高性能部品をコンパクトに実現できた。

第3図は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子を共振器に適用した場合の配置構成を示す要部断面図である。同図においては、第1図の構成に加えて中心導体5の基板4Aの裏側に酸化物超伝導膜をグラウンドプレーン6'として付加している。

このような構成により、より強いマイクロ波の閉じ込めが起こり、共振ピーク(Q値)が大幅に改善できた。

ンドプレーン用酸化物超伝導膜15を形成する。膜厚は酸化物超伝導膜の質に依るが、磁場侵入長の3〜4倍必要であるため、約1 μ mとする。次に同図(e)に示すようにフッ素樹脂を溶かした溶液をスピンコートによりグラウンドプレーン用酸化物超伝導膜15の上に均一に塗布して非晶質フッ素樹脂膜16を形成する。このときの非晶質フッ素樹脂膜16の膜厚は1〜2 μ mである。次に同図(f)に示すように同図(c)の表面に非晶質フッ素樹脂膜13を形成した中心導体用基板10と同図(e)の表面に非晶質フッ素樹脂膜16を形成したグラウンドプレーン用基板14とをその非晶質フッ素樹脂膜面を重ね合わせて約200℃以下の範囲で熱処理を施すことによって非晶質フッ素樹脂膜17を形成するとともに中心導体12とグラウンドプレーン用酸化物超伝導膜15との分離を行う。

また、第3図に示す構成の場合には、中心導体用酸化物超伝導膜11を形成する際にその基板10の裏側にも酸化物超伝導膜を形成し、以降同様

次に本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の製造方法について第4図(a)〜(f)を用いて説明する。

まず、同図(a)に示すようにMgOなどの比較的誘電損失が低く、酸化物超伝導膜に適した中心導体用基板10の上に中心導体用酸化物超伝導膜11を形成する。膜厚は酸化物超伝導膜の質に依るが、磁場侵入長の3〜4倍必要であるため、約1 μ mとする。次に同図(b)に示すようにフォトリソグラフィとエッチング技術とにより酸化物超伝導膜11を機能性中心導体パターン12とする。次に同図(c)に示すようにフッ素樹脂を溶かした溶液をスピンコートにより中心導体12の上に均一に塗布して非晶質フッ素樹脂膜13を形成する。このときのフッ素樹脂膜13の膜厚は1〜2 μ mである。次に同図(d)に示すようにMgOなどの比較的誘電損失が低く、酸化物超伝導膜に適した中心導体用酸化物超伝導膜11と同等の他方のグラウンドプレーン用基板14を用意し、このグラウンドプレーン用基板14の上にグラ

のプロセスによりマイクロ波受動素子が作製できる。

【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、中心導体とグラウンドプレーンとの隙間を極めて薄く高精度にしかも均一に形成できるため、特性インピーダンスの整合性より要求される中心導体の幅を狭くすることができる。したがって狭い領域に高密度なパターンの実装が可能になり、分離層として誘電損失の極めて少ない非晶質フッ素樹脂膜を使用するために酸化物超伝導膜の低い損失を活かしたまま長い遅延時間、大きなインダクタンス、低い共振特性、鋭いフィルタ特性などを有した高性能でしかもコンパクトなマイクロ波部品を比較的容易に実現できるなどの極めて優れた効果が得られる。

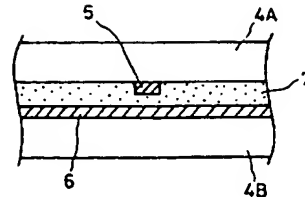
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の一実施例による構成を示す要部断面図、第2図は本発明による酸化物超伝導マイクロ

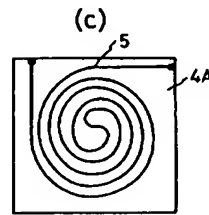
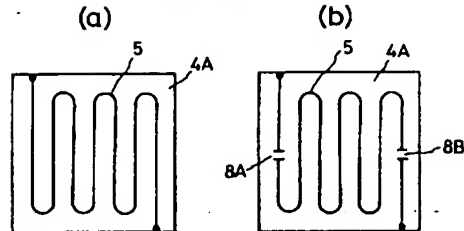
波受動素子を利用したマイクロ波素子の基本例を示す平面図、第3図は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の他の実施例による構成を示す要部断面図、第4図(a)～(f)は本発明による酸化物超伝導マイクロ波受動素子の製造方法の一実施例を説明する工程の要部断面図、第5図は各種の薄膜における表面抵抗の周波数依存性を示す図、第6図はマイクロ波部品の基本的な構成を示す要部断面図である。

4A, 4B・・・基板、5・・・中心導体、6, 6'・・・グランドプレーン、7・・・分離層、8A, 8B・・・共振用ギャップ、10・・・中心導体用基板、11・・・中心導体用酸化物超伝導膜、12・・・機能性中心導体パターン、13・・・非晶質フッ素樹脂膜、14・・・グランドプレーン用基板、15・・・グランドプレーン用酸化物超伝導膜、16・・・非晶質フッ素樹脂膜、17・・・酸化物超伝導膜。

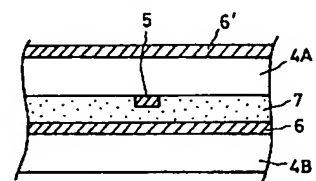
第1図



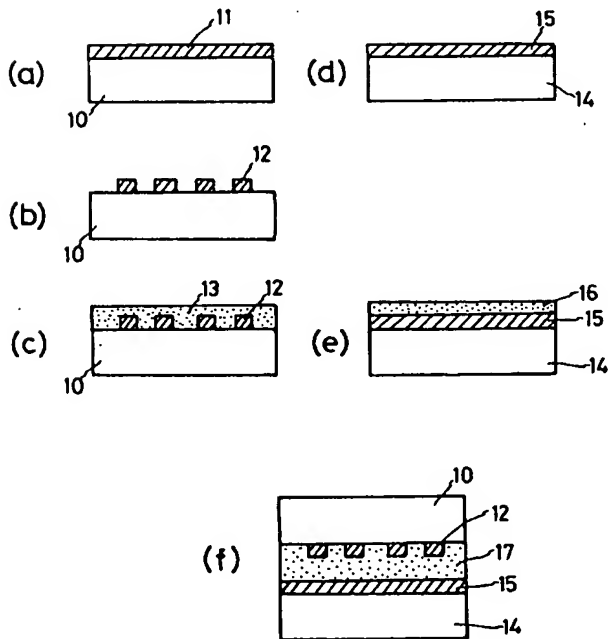
第2図



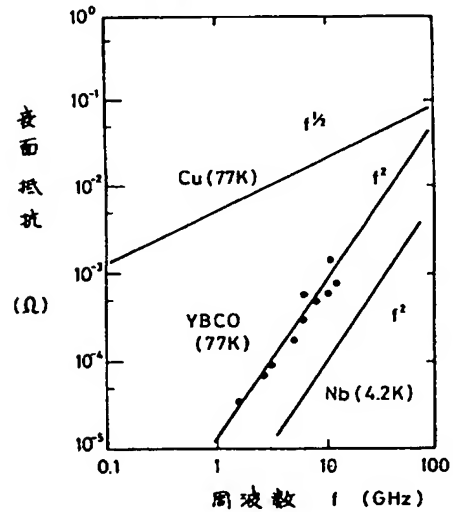
第3図



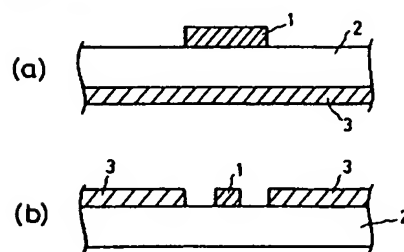
第4図



第5図



第6図



03/08;H01P011/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily obtain a compact microwave passive element with high performance by using an amorphous fluororesin film so as to separate a center conductor and a ground plane.

CONSTITUTION: An oxide superconducting film composing a center conductor 5 and a ground plane 6 is formed respectively on substrates 4A, 4B made of a MgO.

Then a fluororesin film such as polytetrafluoroethylene dissolved in a solvent is spin-coated to at least one of the substrates and the substrates 4A, 4B are overlapped and subject heat processing to form a separation layer 7 made of an amorphous fluororesin film between the center conductor 5 and the ground plane 6. Thus, the compact oxide superconducting microwave passive element with high performance and less dielectric loss utilizing advantages such as low loss and low dispersion of an oxide superconducting film is easily obtained.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

CLIPPEDIMAGE= JP404196601A

PAT-NO: JP404196601A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04196601 A

TITLE: OXIDE SUPERCONDUCTING MICROWAVE
PASSIVE ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

PUBN-DATE: July 16, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAGAI, YASUHIRO

TSURU, KOUJI

ITO, KEIICHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

N/A

APPL-NO: JP02321944

APPL-DATE: November 26, 1990

INT-CL (IPC): H01P003/08;H01P011/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily obtain a compact microwave passive
element with high